

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-093382

(43)Date of publication of application : 28.04.1987

(51)Int.Cl.

C23C 16/52  
C23C 16/50

(21)Application number : 60-235703

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 21.10.1985

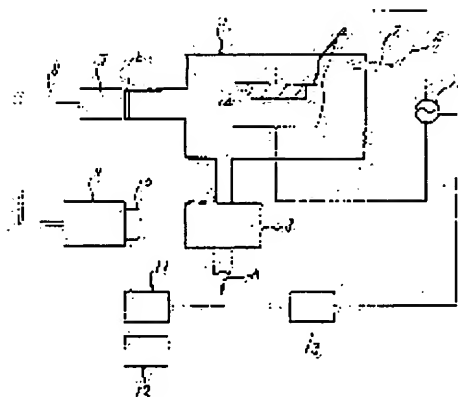
(72)Inventor : KOBAYASHI KAZUHIRO  
HAYAMA MASAHIRO  
MIKI HIDEJIRO

## (54) THIN FILM FORMING DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To permit the setting of the speed of forming a film and the control of film quality by providing an emission spectrum detector which detects the spectra generated when gas is decomposed and a control device which controls film forming conditions according to the emission intensity of the detected spectra.

CONSTITUTION: The film forming gas is introduced through a gas introducing port 2 into a chamber 1. the inside of the chamber is evacuated by a vacuum pump 3 to 0.4W2Torr. The plasma of the film forming gas is generated in the chamber 1 when electric power is applied from a high-frequency power source 5 to an electrode 4. The plasma, when observed through an inspection window 6, is observed as the emission spectra. the plasma spectra are collected by a light collector 7 and are conducted by an optical fiber 8 to a spectroscope 9 by which the spectra are spectrally divided. Such spectra are detected by a photodiode array 10. The spectra are converted to an electric signal by a controller 11. The signal is displayed on a monitor 12 and is so controlled by the control device 13 that the emission intensity thereof is always maintained constant.



## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-93382

⑪ Int. Cl.

C 23 C 16/52  
16/50

識別記号

庁内整理番号

6554-4K  
6554-4K

⑬ 公開 昭和62年(1987)4月28日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 薄膜形成装置

⑮ 特 願 昭60-235703

⑯ 出 願 昭60(1985)10月21日

⑰ 発 明 者 小 林 和 弘 尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社材料研究所内

⑱ 発 明 者 羽 山 昌 宏 尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社材料研究所内

㉑ 発 明 者 三 木 秀 二 郎 尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社材料研究所内

㉒ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

㉓ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

薄膜形成装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 化学気相成長法により薄膜を形成するものにおいて、ガスの分解時に発生する発光スペクトルを検出する発光スペクトル検出装置、及び検出した発光スペクトルの発光強度に応じて成膜条件を制御する制御装置を備えたことを特徴とする薄膜形成装置。

(2) 化学気相成長法により薄膜を形成するものは、グロー放電法を用いたプラズマCVD装置であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の薄膜形成装置。

(3) 制御装置は、グロー放電電力を制御することを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の薄膜形成装置。

(4) 化学気相成長法により薄膜を形成するものは、光CVD装置であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の薄膜形成装置。

(1)

(5) 制御装置は、光源の光強度を制御することを特徴とする特許請求の範囲第4項記載の薄膜形成装置。

(6) 制御装置は、成膜圧力を制御することを特徴とする特許請求の範囲第2項または第4項記載の薄膜形成装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

この発明は、薄膜形成装置に関し、特に化学気相成長法で薄膜形成時に発生する特有の光を用いて、薄膜形成の制御をおこなう薄膜形成装置に関するものである。例えば、グロー放電を用いてガスを分解することにより薄膜を形成するプラズマ化学気相成長(以下プラズマCVDと略す)法による薄膜形成装置とが光を用いてガスを分解することにより薄膜を形成する光CVD装置などに関するものである。

## 〔従来の技術〕

従来の蒸着法などにおいて、薄膜の成膜速度を水晶振動子を用いて制御する薄膜形成装置を第4

(2)

図に示す。図において、(1)は成膜を行うチャンバー、(3)はチャンバー(1)内を真空中に排気する真空排気系、(14)は成膜をするための基板、(15)は蒸着材料を加熱するためのるつぼ、(16)はるつぼ(15)に電力を供給する電源、(17)は膜厚を測定する水晶振動子、(18)は水晶振動子(17)のコントローラ、(19)は膜厚を制御するための制御装置である。図中、矢印Aはチャンバー(1)内の真空排気時の排気方向を示し、矢印Bは蒸着材料の蒸着方向を示す。

次に動作について説明する。チャンバー(1)内を真空中に排気系(3)により矢印A方向に排気後、蒸着材料が入っているるつぼ(15)を電源(16)から電力を供給して加熱し、材料を矢印B方向に蒸着させ、基板(14)上に膜を成膜する。この時、膜の一部が水晶振動子(17)にも成膜される様にしておく。すると、水晶振動子(17)の片面に物質が成膜されることに対応し、水晶の固有振動数に変化する。この現象により、成膜された膜の膜厚及び成膜速度をモニターすることができる。水晶振動子(17)

(3)

#### 〔問題点を解決するための手段〕

この発明に係る薄膜形成装置は、ガスの分解時に発生する発光スペクトルを検出する発光スペクトル検出装置、及び検出した発光スペクトルの発光強度に応じて成膜条件を制御する制御装置を備えたものである。

#### 〔作用〕

この発明における制御装置は、例えばプラズマCVD装置などにおいて、ガスの分解時に発生する発光スペクトルを常にモニターし、所望の発光強度が得られるようにプラズマCVD装置のRFパワーとか成膜圧力といった成膜条件にフィードバックをかける。発光強度と成膜速度とは特定の関係があるため、発光強度を制御すれば成膜速度を精度よく制御でき、成膜速度、膜質の再現性が得られる。

#### 〔実施例〕

以下、この発明の一実施例について例えばプラズマCVD装置の例を図で説明する。第1図において、(1)はプラズマを発生し、成膜を行なうプラ

(5)

及びコントローラ(18)でモニターした膜厚及び成膜速度に従って、るつぼ(15)を加熱する電源(16)の電力を制御装置(19)を用いて変化させたり、ON/OFFさせたりすることにより、成膜条件をコントロールできる。このように再現性のよい膜の成膜を可能にしている。

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

従来、水晶振動子を用いた薄膜形成装置における成膜速度の制御は、以上のように構成されている。この制御をプラズマCVDなどの化学気相成長法による薄膜形成装置に用いると、プラズマを発生させる高周波などによりノイズが入りやすく、又、水晶振動子によりプラズマの状態が変わるという問題点があつた。

この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、化学気相成長法により薄膜を形成するものにおいて、高周波などのノイズに影響されことなく膜の成膜速度を設定できるとともに、膜質の制御もできる薄膜形成装置を得ることを目的としている。

(4)

プラズマCVD装置のチャンバー、(2)は成膜ガスを矢印C方向からチャンバー(1)内に入れる成膜ガス取入れ口、(3)はチャンバー(1)内を真空中にするとともに、成膜時に成膜ガスを矢印A方向に排気する真空排気系で例えば真空ポンプ、(4)はプラズマを発生するための電極、(5)は高周波電源、(6)はチャンバー(1)内を観察できるガラスののぞき窓である。(7)はチャンバー(1)内のプラズマ光を集める集光器、(8)は光ファイバー、(9)は分光器、(10)はフォトダイオードアレイ、(11)はフォトダイオードアレイ(10)を制御するコントローラ、(12)はモニタースコープ、(13)は例えば高周波電源等に接続され、成膜条件、この場合は高周波電源をコントローラ(10)からフィードバックするための制御装置である。

(14)は薄膜を成膜する基板である。集光器(7)、光ファイバー(8)、分光器(9)、フォトダイオードアレイ(10)、コントローラ(11)、及びモニタースコープ(12)で発光スペクトル検出装置を構成している。

(6)

例えばアモルファスSi (以下 a-Si) などの薄膜をプラズマ CVD 装置を用いて成膜する場合、成膜ガスである SiH<sub>4</sub> ガスを成膜ガス取り入れ口 (2) より、矢印 C 方向で示すようにチャンバー (1) 内に導入し、真空ポンプ (3) で矢印 A 方向に排気する。成膜ガスのチャンバー (1) 内圧力を 0.4~2 Torr 程度の圧力に設定し、高周波電源 (5) より電力を電極 (4) に加え、チャンバー (1) 内では成膜ガスである SiH<sub>4</sub> のプラズマが発生する。プラズマは、のぞき窓 (6) より観察すると第 2 図に示す様なスペクトルを持つ光として観測される。第 2 図は Pドープ n 型 a-Si 成膜中におけるプラズマ発光スペクトルの一例を示すもので、横軸は波長 (nm)、縦軸はプラズマ発光強度 (任意単位) を示す。図中、414 nm の発光は、SiH<sub>4</sub> が分解した SiH より生じる発光であり 486 nm の発光は H $\beta$ 、656 nm の発光は H $\alpha$  より生じる発光である。a-Si の成膜のための反応を考えるモデルとして式 1 が提案されている。



式 1 が成立するとすれば、a-Si の成膜速度は、

(7)

様なスペクトルが見られる。

成膜速度と SiH 発光強度の間には第 3 図に示した様な相関があるので、プラズマ中の発光強度を常にモニターして、高周波電源電力等のプラズマ CVD の成膜条件を制御装置 (13) を用いて、発光強度が例えば常に一定となる様に制御すると、一定の成膜速度を得ることができる。

なお上記実施例では、プラズマ発光の検出装置としては、分光器 (9) とフォトダイオードアレイ (10) を組み合わせたものについて述べたが、分光器と光電子増倍管を組み合わせたものであってもよく、ガス分解時に発生する発光スペクトルを検出できるものならどのような構成のものでもよい。

また上記実施例では、SiH (414 nm) の発光強度をモニターして、高周波電力等のプラズマ CVD の成膜条件にフィードバックすることについて述べたが、H $\alpha$ 、H $\beta$  の発光強度、あるいは SiH の発光強度と H $\alpha$ 、H $\beta$  の発光強度との積、比などを用いて制御をおこなってもよい。また、発光強度を常に一定となるように制御するのではなく、徐々に増加

(9)

SiH の量で律速されることが考えられる。SiH の量は、第 2 図で示した SiH の発光スペクトル (414 nm) の強さに比例するので、成膜速度は SiH の発光スペクトルの強度に比例することになる。第 3 図は高周波電力を変化させた時の a-Si 成膜速度と SiH (414 nm) 発光強度の関係を示すものである。図における横軸は SiH 発光強度 (count) で、縦軸は成膜速度 (Å/min) であり、スリット 50 nm、露光時間 1 秒、0.6 Torr、SiH<sub>4</sub> 60 SCCM、H<sub>2</sub> 240 SCCM、Ta 275 °C におけるものである。図に示されるように、成膜速度と SiH の発光強度はよい相関を示している。つまり、SiH の発光強度をモニターすることにより、成膜速度をモニターすることができる。

そこで、チャンバー (1) で発生したプラズマスペクトルをのぞき窓 (6) を通じて集光器 (7) で集め、光ファイバー (8) で分光器 (9) に導く。ここで、分光された光をたとえばフォトダイオードアレイ (10) で検出し、コントローラ (11) を用い電気信号に変換し、モニター (12) で表示すると、第 2 図に示した

(8)

させたりするなど、所望の発光強度に制御してもよい。また上記実施例では、アモルファスシリコン成膜の場合について述べたが、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、SiO<sub>2</sub>、SiON、SiC などの各物質をプラズマ CVD 法で成膜する場合も同等の効果を奏する。

上記実施例では、化学気相成長法としてプラズマ CVD 法の場合について述べたが光を用いて成膜ガスを分解する光 CVD 法においても同等の効果を奏する。この場合には、成膜条件として光源の増減や、フィルターをかけるなどして光強度を制御するように構成すれば成膜速度を制御できる。さらに、成膜条件として真空ポンプ (3) 等を制御して、成膜圧力を制御するように構成してもよい。

[ 発明の効果 ]

以上のように、この発明によれば、化学気相成長法により薄膜を形成するものにおいて、ガスの分解時に発生する発光スペクトルを検出する発光スペクトル検出装置、及び検出した発光スペクトルの発光強度に応じて成膜条件を制御する制御装置を備えることにより、膜の成膜速度

(10)

を設定でき、膜質の制御ができる薄膜形成装置が得られる効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例による薄膜形成装置を示す構成図、第2図はアモルファスSi成膜中のチャンパー内のプラズマ発光スペクトルの一例を波長(nm)に対する発光スペクトル(任意単位)で示すグラフ、第3図はプラズマ発光スペクトル中のSiH(414nm)発光強度(count)とアモルファスSi成膜速度( $\text{\AA}/\text{min}$ )との相関を示す特性図、第4図は水晶振動子を用いた従来の薄膜形成装置を示す構成図である。

図において、(1)はチャンパー、(2)はガス導入口、(3)は真空排気系、(4)は電極、(5)は高周波電源、(6)はのぞき窓、(7)は集光器、(8)は光ファイバー、(9)は分光器、(10)はフォトダイオードアレイ、(11)はフォトダイオードアレイコントローラー、(12)はモニタースコープ、(13)は制御装置、(14)は基板である。集光器(7)、光ファイバー(8)、分光器(9)、フォトダイオードアレイ(10)、フォトダイ

オードアレイコントローラー(11)、及びモニタースコープ(12)で発光スペクトル検出装置を構成する。

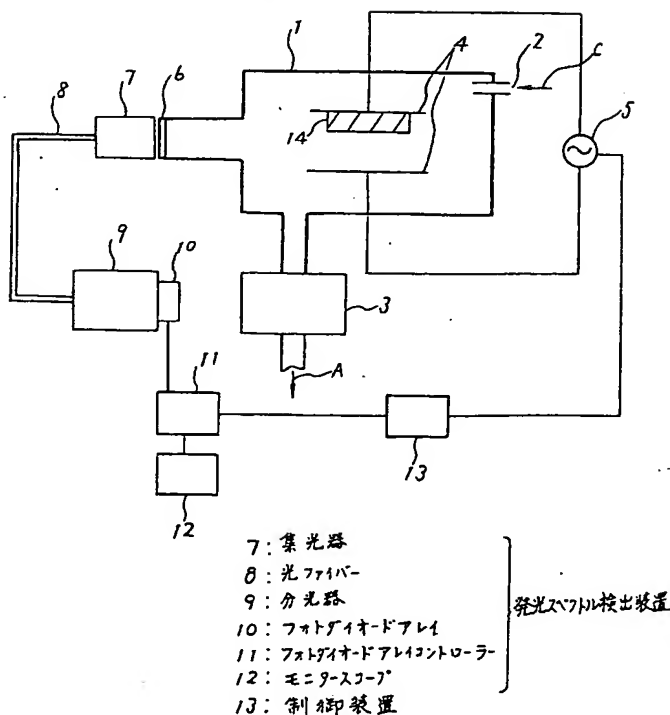
なお、図中、同一符号は同一、又は相当部分を示す。

代理人 大 岩 増 雄

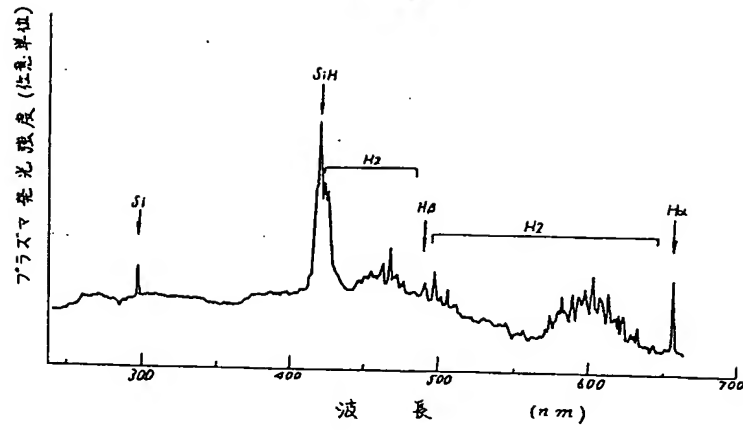
(11)

(12)

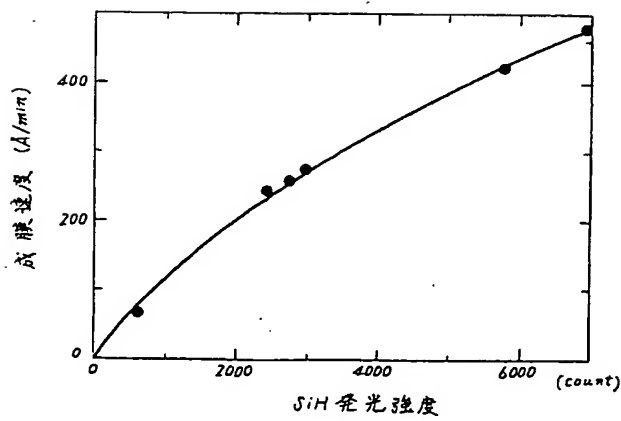
第1図



第2図



第3図



第4図

